



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO COM ENFASE AO
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES**

RONY PEREIRA DE SOUZA

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Dezembro/2013
BRASÍLIA-DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO COM ENFASE AO
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES**

RONY PEREIRA DE SOUZA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCELO FAGIOLI

Dezembro/2013
BRASÍLIA-DF

RONY PEREIRA DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO COM ENFASE AO
TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à banca examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária como exigência final para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, sob orientação do Professor Dr. Marcelo Fagioli.

Dezembro/2013
BRASÍLIA-DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Curso de Agronomia

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO
COM ÊNFASE AO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES.

GRADUANDO: Rony Pereira de Souza
Matrícula: 10/25937

Trabalho de conclusão de curso submetido à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília, para aprovação como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Data da Aprovação: 20/12/2013

Aprovado pela Banca Examinadora composta por:

MARCELO FAGIOLI, Dr. Universidade de Brasília.
Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UnB
(ORIENTADOR)

LUCIANO NOGUEIRA DE ALMEIDA,
Engenheiro Agrônomo, Fazenda Água Limpa - UnB.
(Examinador)

GUSTAVO PIRES DE OLIVEIRA,
Engenheiro Agrônomo, Fazenda Água Limpa - UnB.
(Examinador)

Dezembro/2013
BRASÍLIA-DF

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV
Curso de Engenharia Agrônômica - Bacharelado
Coordenadora: Profa. Dra. Ana Maria Resende Junqueira

Banca examinadora composta por:
Prof. Dr. Marcelo Fagioli - FAV/UnB
Eng. Agrônomo, Luciano Nogueira de Almeida - FAL/UnB.
Eng. Agrônomo, Gustavo Pires de Oliveira - FAL/UnB.

Souza, Rony Pereira de.

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão com ênfase ao teste de condutividade elétrica de sementes /

Rony Pereira de Souza. Orientação: Marcelo Fagioli, Brasília, 2013.

Monografia - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013. 40f.

1. Feijão Comum - Qualidade de Sementes 2. Feijão Comum - Teste de Vigor
3. Teste de Condutividade Elétrica.
- I. Fagioli. M. e II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, R.P. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão com ênfase ao teste de condutividade elétrica de sementes**. 2013. 40f. Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2013.

Cessão e Direitos: É cedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de graduação, tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor se reserva os outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rony Pereira de Souza
CPF: 015.410.621-67
E-mail: rony_pz@hotmail.com
Endereço: Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte
CEP 70910-900
Brasília-DF, Brasil.

De tudo, ficaram três coisas: a certeza de que ele estava sempre começando, a certeza de que era preciso continuar e a certeza de que seria interrompido antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro.

Fernando Sabino

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Ao meu inesquecível Pai, Antônio José de Souza (*in memoriam*), que partiu antes que esse momento tão esperado chegasse... Exemplo de pai, amigo, pelo mútuo aprendizado de vida, durante nossa convivência, figura de grande importância em minha formação e de quem sinto muitas saudades.

Aos meus irmãos, agradeço às palavras de incentivo, a risada, as brigas de sempre e por tornarem as tempestades sempre mais leves e lúcidas.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores da UnB do curso de Agronomia, em especial, Nara Oliveira Silva Souza, Eiyti Kato, José Ricardo Peixoto e Cícero Célio de Figueiredo, que foram tão importantes na minha graduação.

Agradeço ao meu orientador professor Marcelo Fagioli, por todo esse tempo de orientação, por toda amizade, por sempre estar presente, pela paciência, pelo apoio e por todo crescimento profissional e pessoal que ele me proporcionou.

A Universidade de Brasília, que todos esses anos que permaneci me concederam grandes conhecimentos, amigos e possibilitou a minha formação na área de Engenharia Agrônômica.

Aos meus amigos tanto de curso como amigos fora da UnB, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas com vocês, das pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida. A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximo de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

Aos amigos que de alguma forma contribuíram na ajuda do experimento e na conclusão da monografia, Patrícia Rodrigues, Paulo Povia, Filipe Viana, Juliano Escobar e Raphael José de Almeida.

E, finalmente o mais importante, a Deus pelo Dom da vida renovado a cada dia e pelo privilégio que nos foram dados em compartilhar tamanha experiência.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	2
3.1. Situação mundial e brasileira	2
3.2. Cultura do feijoeiro	3
3.3. Testes de vigor em sementes	5
3.3.1. Teste de condutividade elétrica em sementes	5
3.3.2. Relação entre o teste de condutividade elétrica e outros testes de vigor com a emergência de plântulas em campo	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Local da condução do experimento	10
4.2. Genótipos utilizados no experimento	10
4.3. Desenvolvimento do experimento em laboratório	11
4.4. Avaliações experimentais	12
4.4.1. Determinação do teor de água (TA)	12
4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG) em papel de filtro	12
4.4.3. Peso de matéria seca e de matéria verde	12
4.4.4. Teste condutividade elétrica (CE)	13
4.4.5. Emergência de plântulas em campo (EC)	13
4.5. Delineamento e análise estatística	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÕES	21
7. REFERÊNCIAS	22

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO COM ENFASE AO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE SEMENTES

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica da solução de embebição comparada com outros testes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão comum. Foram utilizadas sementes de três genótipos de feijão comum (BRS Estilo, BRS Ametista e IAC Pérola). Um lote das sementes da cultivar Estilo foi obtido de um campo de produção da Fazenda Água Limpa-UnB e os outros doze lotes entre os cultivares foram obtidos da Cooperativa do município de Cristalina-GO, a COOACRIS, com diferentes períodos de armazenamento. Para realização dos testes, foram utilizadas as instalações do Laboratório de Análise de Sementes (LASE) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB). Para avaliação da qualidade fisiológica desses materiais foram aplicados os seguintes testes: teste padrão de germinação (TPG), em papel, teor de água (TA); peso de matéria verde (PMV); peso de matéria seca (PMS); condutividade elétrica de massa - padrão (CE 24 horas de embebição) e outros dois testes de CE com 6 horas e 16 horas de embebição e foi realizada em campo a emergência de plântulas (EC). Foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Também, foram feitas análises de correlação, para verificação da precisão, entre os resultados dos testes de qualidade de sementes e o teste de condutividade elétrica nas sementes de feijão comum. Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que . O período de embebição das sementes de 24 horas, considerado padrão, na condutividade elétrica foi eficaz em identificar lotes de genótipos de feijão comum com diferentes níveis de vigor;O teste de condutividade elétrica correlacionou com testes de qualidade (TPGpapel e o PMSeca), na identificação do vigor em sementes de feijão comum.Aprimoramentos na

metodologia do teste de condutividade elétrica são necessários na busca da precisão da resposta relativa a qualidade das sementes de feijão comum.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., produção de sementes, qualidade de sementes, teste de vigor, metodologia alternativa.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de feijão no Brasil é de cerca de $17,06 \text{ kg habitante}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o que faz dessa leguminosa não só um dos alimentos básicos da população, mas também como fonte de proteína para as classes mais carentes da população. O plantio de feijão alcança diversas regiões do território nacional, podendo ser cultivado em diferentes sistemas de produção, indo da baixa a alta tecnologia empregada.

Nos últimos 20 anos o Brasil reduziu sua área de plantio em torno de 12%, mesmo assim, a produção aumentou 56% graças ao expressivo aumento da produtividade média (78%). Contudo, mesmo com o aumento da produção, o país não produz o suficiente para atender ao mercado interno, cujo consumo aumentou em 10,94%, somente entre os anos de 2004 a 2010. Sendo os que a maior produção de feijão ocorre no estado do Paraná, o qual colheu 298 mil toneladas na safra 2009/2010, e Minas Gerais, com a produção de 214 mil toneladas no mesmo período.

A busca pelo aumento de produtividade do feijoeiro requer o estabelecimento de estratégias de manejo adequadas às condições locais. A estabilidade do sistema depende não somente da adoção de um conjunto de técnicas, mas sobretudo, da compreensão das ações relativas à interação dos diferentes fatores de produção, no complexo solo-planta-atmosfera.

A qualidade das sementes de feijão pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante toda a fase produtiva da cultura e durante a colheita, como também nas demais etapas da produção, como secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte.

Vários testes de vigor estão sendo analisados continuamente, procurando comparar, com precisão, o comportamento de lotes de sementes em laboratório e no campo, por exemplo, o teste de frio para milho, o teste de envelhecimento acelerado para soja e o teste de condutividade elétrica de embebição para ervilha, com objetivo de se estabelecer uma relação mais precisa entre as duas situações listadas de condição favorável e condição adversa para a germinação da semente e emergência da plântula.

Dessa forma, o controle de qualidade assume importância fundamental para assegurar a obtenção de sementes de alta qualidade. As empresas de produção de sementes devem investir técnicos capacitados de campo e de laboratório na

realização de testes que asseguram a obtenção e a manutenção da alta qualidade das sementes produzidas antes da comercialização, e um deles é o teste de condutividade elétrica.

2. OBJETIVO

Avaliar a precisão dos resultados obtidos no teste de condutividade elétrica da solução de embebição comparada com outros testes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão comum, usando lotes de três cultivares, com diferenças de armazenamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. Situação mundial e brasileira

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo. A sua importância extrapola o aspecto econômico, sendo uns dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, com grande importância cultural na culinária de diversos países e culturas, e também reconhecido como uma excelente fonte proteica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e de ser rico em ferro (VIEIRA, 2006).

O consumo de feijão destaca-se principalmente em países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais, por ser considerado como um alimento de fontes proteicas para a dieta humana. Sendo que os países em desenvolvimento são responsáveis por 87,1% do consumo mundial e por 89,8% da produção. Entre os continentes, em 2009 a Ásia foi o maior produtor mundial (41,7%), seguido das Américas (36,0%), da África (20,0%), da Europa (2,1%) e da Oceania (0,2%) (BARBOSA, 2012).

O levantamento sistemático da produção agrícola realizado pelo IBGE na safra 2010/2011, mostra que o país produziu 3,8 milhões de toneladas em 3,9 milhões de hectares, com uma produtividade média de 975 kg ha⁻¹. Nos últimos 20 anos (1990-2009), o Brasil aumentou a produção de feijão em 56%. Contudo, mesmo com o aumento da produção, o país não produz o suficiente para atender ao mercado interno, cujo consumo aumentou em 10,94%, somente entre os anos de 2004 a 2010. Sendo necessária a importação de feijão da China, Argentina, Bolívia,

Estados Unidos e Bélgica. A melhoria nas condições das faixas de renda mais baixa, nos hábitos alimentares e nos padrões de consumo da população brasileira dão conta desta ampliação (BARBOSA, 2012).

O feijão é produzido em todo o território brasileiro tendo como principais produtores: Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás, com destaque para o Paraná que participa em torno de 22% do total nacional (CONAB, 2013).

3.2. Cultura do feijoeiro

O feijoeiro pertence à classe dicotiledônea, famílias das *Leguminosae*, cujo gênero *Phaseolus* originou-se das Américas e possui cerca de 60 espécies, das quais cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Grau var. *latifolius* Freeman e *P. polynthus* Greenman. Sendo o que o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) é a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*. Considerando-se, porém, diversos gêneros e espécies, são cultivados em 121 países em todo o mundo, com produção em torno de 20,7 milhões de toneladas, em área de 25,6 milhões de hectares. Sendo o Brasil o maior produtor do feijão comum (VIEIRA, 2006).

O feijão comum é cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social. Dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que o torna uma cultura apropriada para compor, desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência (AIDAR, 2012).

O plantio de feijão no Brasil é feito ao longo do ano, concentrando-se em três épocas ou safras. Dadas às características da cultura, a forma como o feijão é cultivado nas diferentes regiões do país, e a diversidade climática do Brasil, em qualquer mês, sempre haverá produção em algum ponto do país, o que contribui para manter o abastecimento interno e reduzir a oscilação dos preços. A produção apresenta certa sazonalidade que se traduz em três safras não muito bem definidas no tempo. A 1ª safra ou “safra das águas” (também chamada de “safra do Sul e Sudeste”) é colhida a partir de novembro até março, com maior intensidade em dezembro; a semeadura geralmente é feita entre agosto e outubro, podendo se

estender até novembro e dezembro. A 2ª safra ou “safra da seca” ou “safrinha” (também chamada de “safra do Nordeste e Sudeste”) é colhida de abril-maio até junho-julho; nesse caso, a semeadura é feita entre janeiro e abril. A 3ª safra também é conhecida como “safra de outono-inverno” e “safra irrigada”; a semeadura é feita a partir de maio, com a colheita entre agosto e outubro (BARBOSA, 2012).

Uma planta de feijão é composta de partes aparentemente distintas, os órgãos. Há sistema radicular no solo e, acima deste, um caule que porta as folhas e os ramos. Nas plantas mais velhas, pode-se ter visão detalhada das suas partes: raiz, caule ou haste principal, folhas e hastes axilares, inflorescência, fruto e semente (VIEIRA, 2006).

Os feijões são plantas herbáceas, anuais, com morfologia variável, consoante as cultivares. O sistema radicular do feijão é aprumado e superficial, composta de raiz principal da qual se desenvolvem, lateralmente, raízes secundárias, terciárias e possuem nódulos nas raízes laterais devido à simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (VIEIRA, 2006).

O caule é herbáceo, classificado morfologicamente como haste, e apresenta na planta adulta nós e entre-nós. O primeiro nó constitui os cotilédones (estruturas de reserva da planta); o segundo corresponde à inserção das folhas primárias; do terceiro nó em diante, estão inseridas as folhas trifoliadas; a porção alongada entre as raízes e os cotilédones e as primeiras folhas, epicótilo. O caule possui crescimento determinado ou indeterminado; o determinado caracteriza-se por o caule e os ramos laterais cessarem o crescimento e terminarem em flores, enquanto o indeterminado, por apresentar o crescimento contínuo e as flores serem somente laterais, junto às folhas. O crescimento do caule determina os principais tipos de planta do feijoeiro: arbustivo, prostrado e trepador (VIEIRA, 2006).

As flores do feijão agrupam-se racimos, que nascem nas axilas das folhas, a partir de gemas floríferas e, mais raramente, de gemas mistas. As flores são papilionadas, por cada flor apresentarem uma Bráctea e duas bractéolas, na base do pedúnculo floral. O fruto é legume (vagem), pois possui um só carpelo, seco, deiscente, zigomorfo, geralmente alongado e comprido, com as sementes em uma fileira central, cuja deiscência ocorre na metade do carpelo (VIEIRA, 2006).

A semente é exalbuminada, isto é, não possui albume, as reservas nutritivas estão concentradas nos cotilédones. Constituída, externamente, de um tegumento ou testa, hilo (cicatriz do pedúnculo), micrópila e rafe; internamente, de um embrião

formado pela plúmula, duas folhas primárias, hipocótilo, dois cotilédones e radícula (VIEIRA, 2006).

3.3. Testes de vigor em sementes

O uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturidade, pois a queda do vigor precede a perda de viabilidade (DIAS; MARCOS FILHO, 1995).

O vigor de sementes, como definido pela International Seed Testing Association (ISTA, 2006), é um índice do grau de deterioração fisiológica e/ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente (ISTA, 2006).

A definição de vigor de sementes como formulada pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) é semelhante. O vigor de sementes é tido como aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo (AOSA, 1983).

Os testes de vigor contribuem para detectar essas informações e, conseqüentemente, são úteis nas tomadas de decisões para o destino de um lote de sementes. Entre esses, vale ressaltar o teste de condutividade elétrica que, é um teste de vigor rápido e objetivo, que pode ser conduzido facilmente pelos vários laboratórios de análise de sementes, com o mínimo de gasto com equipamentos e treinamento de funcionários (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Atualmente, o teste é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e incluído em programas de controle de qualidade conduzidos por empresas produtoras de sementes, pois, em poucos dias, pode-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e, dependendo do histórico do lote, do potencial de emergência das plântulas em campo (FRIGERI, 2007).

3.3.1. Teste de condutividade elétrica em sementes

Trata-se de um teste de vigor bastante promissor para padronização, por preencher alguns requisitos básicos relacionados por Matthews e Powell (1981), dentre os quais se destacam: fundamentar-se em base teórica consistente, proporcionar resultados reproduzíveis e, correlacionados à emergência em campo,

além de envolver procedimentos simples, de baixo custo e fornecer resultados com rapidez.

O teste de condutividade elétrica é classificado como um teste bioquímico (WOODSTOCK, 1973; AOSA, 1983; VIEIRA, 1999), porém envolve dois princípios: o físico, em que se está avaliando a passagem de corrente elétrica através de determinada solução, e o biológico, que diz respeito à perda de líquidos do meio interior da célula para o meio exterior, em função do grau de deterioração das sementes, envolvendo, portanto, processos bioquímicos intimamente relacionados à integridade das membranas celulares. Entretanto, segundo Powell e Matthews (1981) o processo de lixiviação, em si, do embrião e da semente, é um fenômeno de difusão física, visto que ocorre tanto em tecido vivo como morto.

Com relação à natureza dos constituintes, as observações são que, por ocasião da embebição, as sementes liberam grande variedade de substâncias, tais como íons inorgânicos, açúcares, aminoácidos, enzimas, nucleosídeos e ácidos graxos (MATTHEWS; BRANDNOCK, 1967; CHING; SCHOOLCRAFT, 1968; ABDU BAKI; ANDERSON, 1970; MATTHEWS; CARVER, 1971; SHORT; LACY, 1976; ABDEL SAMAD; PEARCE, 1978; MARCOS FILHO; 1982; AOSA, 1983; GIVELBERG; 1984; BEWLEY; BLACK, 1985; DOIJODE, 1988; WOODSTOCK, 1988). Desse modo a relação entre a quantidade de líquidos, nível de organização das membranas celulares e condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, permite relacionar a condutividade elétrica com o vigor de sementes em que altos valores de condutividade elétrica (alta perda de eletrólitos) indicam baixo vigor, e baixos valores (baixa perda de eletrólitos) alto vigor. O teste de condutividade elétrica tem sido utilizado para avaliar o vigor de várias espécies, dentre as quais, pode-se mencionar o algodão (PRESLEY, 1958; HALLOIN, 1975; HOPPER; HINTON, 1987); a ervilha (BRADNOCK; MATTHEWS, 1970; PERRY; HARRISON, 1970; MATTHEWS; CARVER, 1971; CALIARI ;MARCOS FILHO, 1990; NASCIMENTO; CÍCERO, 1991); o feijão (MATTHEWS; BRADNOCK, 1968; LIN, 1988 E 1990; HAMPTON; 1992; VIEIRA; 1996); a soja (TAO, 1978AB E 1980; MARCOS-FILHO; 1982 E 1990; LOEFFLER; 1988; HAMPTON; 1992; PAIVA-AGUERO, 1995; PANOBIANCO e VIEIRA, 1996; PANOBIANCO, 1997); O milho (HERTER e BURRIS, 1989; BRUGGINK , 1991; BILIA, 1992; VIEIRA, 1995; VON PINHO, 1995; FAGIOLI, 1997 e 2001) e várias outras espécies como relatado por (POWELL, 1986; HAMPTON; TEKRONY, 1995).

De acordo com Abdul Baki (1980), durante a embebição, os sistemas de membranas das sementes se reorganizam, readquirindo sua permeabilidade; e o ideal é que este processo ocorra no menor período possível, para reduzir a ocorrência de misturas indesejáveis do conteúdo celular e a lixiviação comprometedora de eletrólitos. Portanto, é essa velocidade de reorganização do sistema de membranas que reflete o vigor da semente.

A quantidade e intensidade de material lixiviado estão diretamente relacionadas à permeabilidade das membranas e, conseqüentemente, são influenciadas pela idade das sementes, pela sua condição fisiológica e, também, pela incidência de danificações (POWELL, 1986). A integridade destas membranas é muito importante para que as mesmas exerçam suas funções. A perda de controle da compartimentalização intracelular, com alteração no metabolismo pode causar a perda da viabilidade da semente (ROBERTS, 1972; BEWLEY, 1986).

Para uma melhor compreensão do mecanismo de lixiviação, é preciso conhecer as características estruturais da membrana celular, cujo assunto foi enfocado detalhadamente por Simon (1974), Loeffler (1981), Carvalho (1994) e Dias (1994). As membranas biológicas são primariamente compostas por uma camada dupla de lipídios, que contêm proteínas intrínsecas situadas no interior desta camada e proteínas extrínsecas, que só se relacionam com a superfície da membrana. A camada dupla age como uma barreira à difusão de material para o interior e o exterior das células e organelas, é composta por grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, os quais dependendo do teor de água da semente irão apresentar-se com uma determinada organização estrutural (BEWLEY, 1986).

Na montagem do teste de condutividade elétrica, para a obtenção de resultados sobre vigor de sementes, segue-se a metodologia padrão que prescreve que seja adotado para cada repetição um número de 50 sementes, previamente pesadas, colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada-deionizada, levadas à câmara incubadora à temperatura de 25°C e que a leitura se proceda 24 horas após o período de embebição (HAMPTON; TEKRONY, 1995; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

3.3.2. Relação entre o teste de condutividade elétrica e outros testes de vigor com a emergência de plântulas em campo

O teste de condutividade elétrica tem sido considerado por diversos pesquisadores como um eficiente indicador da emergência das plântulas em campo, principalmente, em estudos feitos com ervilha (MATTHEWS; BRADNOCK, 1967; BRADNOCK, 1968; MATTHEWS; CARVER, 1971). Através destas pesquisas, é necessário considerar a condutividade elétrica como um teste capaz de estimar o potencial de emergência de plântulas em campo de um lote de sementes de ervilha (MATTHEWS; POWELL, 1981).

Correlações negativas altamente significativas entre condutividade e emergência de plântulas em campo foram observadas por Matthews e Bradnock (1967) para sementes de ervilha com e sem tratamento fungicida. Resultados semelhantes foram observados, também por Matthews e Whitbread (1968). Perry (1970), usando 27 testes de emergência de plântulas em campo para sementes de ervilha, com e sem tratamento fungicida, verificou uma correlação negativa altamente significativa com a condutividade elétrica.

De maneira similar, Scott e Close (1976), encontraram correlações negativas altamente significativas entre a condutividade elétrica e a germinação em laboratório de 98 lotes de sementes de ervilha com germinação entre 47 e 98%. Porém, quando a germinação dos lotes esteve entre 90-98%, não foi observada uma relação entre a germinação e a condutividade elétrica. Isto pode ser atribuído ao fato de que, com esses níveis de qualidade, a alteração que ocorre na permeabilidade das membranas celulares da semente não é necessariamente acompanhada por alguma diminuição na germinação.

Por outro lado, trabalhando com sementes de soja Oliveira (1984), constataram que o teste de condutividade elétrica foi um indicador mais eficiente da emergência de plântulas em campo do que o teste padrão de germinação. Os resultados do teste de condutividade elétrica e da emergência de plântulas em campo, de cinco cultivares de soja, apresentaram correlação negativa altamente significativa. O teste foi eficiente também para separar os lotes e cultivares em diferentes níveis de vigor (PRETE;1994).

Estudos com sementes de sojas colhidas em diferentes épocas e armazenadas em ambientes distintos revelaram que o conjunto de informação proporcionado pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado e

condutividade elétrica, permite diferenciar níveis de qualidade fisiológica de sementes e estimar o potencial de emergência das plântulas em campo, com destaque para a condutividade que permitiu a obtenção de informações mais precisas (MARCOS FILHO; 1985).

Também Barros (1988), realizando um estudo comparativo entre testes para avaliação da viabilidade e vigor de sementes de soja, ressaltou a eficiência do teste de condutividade elétrica na identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade e potencial de emergência em campo. Por sua vez, Nascimento e Cícero (1991), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de ervilha submetidas a diferentes tratamentos fungicidas, constataram alterações no vigor, durante o armazenamento, através da condutividade.

Trabalhando com 54 lotes de seis cultivares de soja no ano de 1993 e 50 lotes de sete cultivares em 1994, após avaliações de qualidade e experimentos de emergência em campo, Paiva Agüero (1995), concluiu que o teste de condutividade elétrica, através do uso de faixas de valores, permite estimar, com alto grau de precisão, o desempenho de lotes em campo, dependendo das condições climáticas presentes no momento da semeadura. Essas condições, obtidas pelo índice de emergência em campo (IEC) e associadas aos valores de condutividade, levaram à estimativa de desempenho em campo (EDC), índices estes, desenvolvidos por Egli e Tekrony (1995).

A partir dos estudos iniciais com ervilha, e mais recentes com soja, vários trabalhos, envolvendo condutividade elétrica, têm sido realizados para adaptar seu uso a outras espécies; dentre elas, o milho.

Para McDonald Jr (1978), o teste de condutividade elétrica para soja e milho, não foi eficiente na separação de lotes com diferenças de vigor. Todavia, Tao (1978), obteve informações consistentes com o referido teste para estas duas espécies. Fratin (1987) explicou que a aplicação do teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade de sementes de milho é recente, havendo ainda controvérsias quanto à sua capacidade de diferenciar níveis de vigor em sementes desta espécie.

Segundo Waters Jr. e Blanchette (1983), a determinação da previsão da emergência em campo de plântulas de milho doce não evidenciou a correlação ($r = 0,18$) do teste padrão de germinação com a emergência. Porém, combinando o teste de frio com o teste de condutividade elétrica, estes apresentaram valores de

correlação múltipla com a emergência em campo de 0,7-0,8. O teste de condutividade elétrica dos solutos lixiviados de sementes de vários genótipos de milho doce mostrou-se mais apontado como um indicador da emergência em campo do que outros testes avaliados (CAPLAN; GERBER, 1983).

Por outro lado, Wilson Jr. e Trawatha (1991) constataram, para sementes de milho doce, que o teste de frio, envelhecimento acelerado e a condutividade elétrica correlacionaram com o estande final ($r = 0,87$, $0,85$ e $-0,88$, respectivamente) melhor do que a germinação em rolo de papel ($r = 0,71$). Combinando os resultados de testes de vigor com a finalidade de estimar o estande final de milho super doce, Wilson Jr (1992) verificaram que, dentre os testes estudados, a condutividade elétrica de embebição ($r = -0,62$) apresentou a mais alta correlação com o estande final em 1988.

Desta forma, existe a necessidade de se desenvolver mais trabalhos de pesquisa com o teste de condutividade elétrica para outras sementes, mesmo sendo com espécies que foram trabalhadas no passado. Resultados atualizados por pesquisas com novos genótipos são importantes para informar ao produtor qual lote possui melhor qualidade de semeadura, isso também pode valer para sementes de feijão de cultivares conhecidos ou de novos cultivares.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local da condução do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de sementes-LASE, da Faculdade de Agronomia e Veterinária-(FAV), Universidade de Brasília (UnB), em Brasília Distrito Federal, no período de novembro a Dezembro de 2013.

O teste de emergência de plântulas em campo foi montado e conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL) da UnB, ($15^{\circ}57'16''\text{S}$, $47^{\circ}55'89''\text{W}$ e altitude de 1.103 m) em dezembro de 2013.

4.2. Genótipos utilizados no experimento

O feijão utilizado no experimento foi feijoeiro comum carioca cultivar perola, cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum carioca reveste-se de grande importância econômica e social. A cultivar IAC Pérola, possui grão tipo

carioca; peso médio de 100 sementes de 23-25 g; porte semiereto a prostrado; ciclo de 95 dias; resistente ao mosaico-comum e moderadamente resistente à mancha-angular, à ferrugem e à murcha de Fusarium. A cultivar de feijão tipo carioca BRS Estilo apresenta uma arquitetura de planta ereta, alto potencial produtivo, além da resistência ao acamamento e a oito patótipos (tipos de doenças) do fungo causador da antracnose e ao mosaico comum. Ele também demonstra estabilidade de produção e grãos claros com tamanho semelhante aos da cultivar Pérola, muito conhecida no mercado. É uma cultivar de ciclo de 85-95 dias, indicada para as safras das "águas" em Goiás, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Sul; de "inverno" em Goiás, Mato Grosso e Tocantins; e da "seca" em Goiás, Paraná, Santa Catarina, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A cultivar de feijão BRS Ametista (grupo carioca) tem ciclo normal (85 a 94 dias), potencial produtivo de 4.265 kg/ha, arquitetura semiereta (adaptada apenas à colheita mecânica indireta) e grãos maiores que a cultivar Pérola. Resistência à Antracnose, Murcha do Fusarium e Crestamento Bacteriano comum (EMBRAPA, 2013).

4.3. Desenvolvimento do experimento em laboratório

O experimento foi conduzido com sementes de feijões provenientes da cooperativa COACRIS-Cooperativa do município de Cristalina-GO e da Fazenda Água Limpa, a cooperativa forneceu 12 lotes de sementes, de três cultivares (Estilo, Ametista e Pérola) e a Fazenda Água Limpa forneceu um lote de feijão cultivar Estilo (Quadro 1).

Quadro 1. Relação das amostras e respectivos lotes de cultivares de feijão.

RELAÇÃO DAS AMOSTRAS				
ANALISE Nº	LOTE Nº	ESPECIE/CULTIVAR	CATEGORIA	DATA RECEBIMENTO
-	FEFAL	FEIJAO BRS ESTILO	-	Agosto/2013
29	FEE 01/01	FEIJAO BRS ESTILO	S 1	05/09/2012
30	FEE 01/02	FEIJAO BRS ESTILO	S 1	05/09/2012
31	FEE 01/03	FEIJAO BRS ESTILO	S 1	05/09/2012
32	FEE 01/04	FEIJAO BRS ESTILO	S 1	05/09/2012
58	FEA 01/01	FEIJAO BRS AMETISTA	S 2	17/10/2012
59	FEA 01/01	FEIJAO BRS AMETISTA	C1	17/10/2012
60	FEA 01/02	FEIJAO BRS AMETISTA	S 2	17/10/2012

77	FEP 02/01	FEIJAO IAC PEROLA	S 2	23/10/2012
87	FEP 02/02	FEIJAO PEROLA	S 2	29/10/2012
88	FEP 02/03	FEIJAO PEROLA	S 2	29/10/2012
97	FEP 01/01	FEIJAO PEROLA	S 2	12/11/2012
98	FEP 01/02	FEIJAO PEROLA	S 2	12/11/2012

O teste de emergência de plântulas em campo foi montado e conduzido na Fazenda Água Limpa, foi realizado com sementes tratadas com fungicida (Carboxin-Thiram), conduzido o plantio de emergência no dia 09 de Dezembro de 2013.

4.4. Avaliações experimentais

Após a colheita foram realizados os seguintes testes: determinação do teor de água (TA), teste padrão de germinação (TPG), peso de matéria verde (PMV) e peso de matéria seca (PMS), teste de condutividade elétrica (CE) e emergência de plântulas em campo (EC).

4.4.1. Determinação do teor de água (TA)

Determinado pelo método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 h. Foi utilizada duas amostra de 50 sementes para cada parcela (20 parcelas), pesadas em balança de precisão de 0,001g, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com os resultados expressos em porcentagem.

4.4.2. Teste padrão de germinação (TPG) em papel de filtro

No teste padrão de germinação, utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes para cada parcela, distribuídas padronizadamente em papel de filtro, umedecidos em água, com auxílio de um contador semente de placa perfurada, e posteriormente acondicionada em sacos plásticos. Foram mantidos em germinado de câmara, com ausência, por 5 dias sob temperatura de 25°C . A contagem das plântulas foi feitas no quinto dia, seguindo-se os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

4.4.3. Peso de matéria seca e de matéria verde

a) peso de matéria verde: após a condução do TPG as plântulas consideradas normais, foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g. O peso obtido foi dividido pelo número de plantas da repetição, calculando-se, assim, o peso

médio por planta. A média das quatro repetições foi o peso médio da matéria verde da planta do lote (NAKAGAWA, 1994; 1999).

b) peso de matéria seca: após a condução do TPG no germinador as plântulas normais de cada repetição foram retiradas do substrato e contadas. Estas foram colocadas em recipientes previamente tratados, separados por repetição, e a seguir colocados para secar em estufa regulada a 100°C, durante 24 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador. As repetições, uma vez esfriadas, foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g, e determinado o peso da matéria seca total das plântulas normais, o qual, dividido pelo número de plântulas componentes, resultou no peso de matéria seca por plântulas expresso em mg plântulas⁻¹ (NAKAGAWA, 1994; 1999).

4.4.4. Teste condutividade elétrica (CE)

Na CE utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes de feijão para cada parcela, foram pesadas com precisão de 0,001g, colocadas em copos plásticos (200 mL), e adicionados 75 mL de água deionizada e mantidas à temperatura de 25° C por 24 horas (VIEIRA, 1994). Após esse período, a condutividade elétrica da solução foi medida em condutímetro, CG2500 com eletrodo de constante 1.0, e os dados obtidos para cada parcela foram expressos em “micro Siemens cm⁻¹ g⁻¹” de sementes. Duas metodologias que adotou apenas a mudança do tempo, fazendo a leitura com 6 horas e 16 horas de embebição.

4.4.5. Emergência de plântulas em campo (EC)

A semeadura foi realizada em canteiro, com quatro repetições de 50 sementes para cada parcela, distribuídas manualmente em sulcos de 3,00 m de comprimento e espaçados em 0,50 m, à profundidade de 3 cm. As contagens das plântulas foram realizadas no sétimo dia do plantio (NAKAGAWA, 1999).

4.5. Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados, com treze tratamentos (lotes das cultivares) com quatro repetições cada, totalizando 52 parcelas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1995). Também, foram feitas análises de

correlação, para verificação da precisão, entre os resultados dos testes de qualidade de sementes e o teste de condutividade elétrica nas sementes de feijão comum. Utilizou-se o software ASSISTAT v.7.7 para as análises estatísticas dos dados (SILVA, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No acompanhamento do teor de água das sementes de feijão, as sementes encontravam-se com teores de água variando de 7, 00% a 10, 00%.

Analisando os valores da Tabela 1, observou-se que todas as avaliações apresentaram diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$). Verificou-se que as maiores germinações foram obtidas pelos lotes dos genótipos Estilo-FAL, Ametista-59, Pérola-02/01 e Pérola-02/02, que não diferiram entre si, o lote do genótipo Pérola-01/01 foi o que apresentou a menor germinação, ficando os demais com valores intermediários. Somente os lotes Estilo-FAL, Estilo-01/01, Estilo-01/02, Ametista-59, Ametista-01/02, Pérola-02/01, Pérola-02/02 estariam acima do padrão para produção e comercialização de sementes de feijão que é 80% (BRASIL, 2005).

Tabela 1. Valores médios de germinação, em papel (TPG), peso de matéria verde (PMV), peso de matéria seca (PMS), emergência de plântulas em campo (EC), em %, de genótipos de feijão (UnB-Agronomia, 2013).

GENÓTIPOS ¹	GERMINAÇÃO -----%-----	PESO MATÉRIA		EMERGÊNCIA EM CAMPO -----%-----
		VERDE	SECA	
ESTILO-FAL	87 a ²	0,977 b	0,364 abcd	87 abc
ESTILO-01/01	80 abc	1,058 ab	0,302 abcd	79 abc
ESTILO-01/02	82 ab	1,028 ab	0,340 abcd	79 abc
ESTILO-01/03	72 bcd	1,035 ab	0,300 bcd	80 abc
ESTILO-01/04	77 abc	1,063 ab	0,256 d	78 abc
AMETISTA-58	79 abc	1,110 a	0,400 ab	77 abc
AMETISTA-59	86 a	1,072 ab	0,383 abc	85 abc
AMETISTA-01/02	80 abc	1,147 a	0,376 abc	77 abc
PÉROLA-01/01	61 d	1,069 ab	0,275 cd	82 abc
PÉROLA-01/02	69 cd	1,115 a	0,360 abcd	92 ab
PÉROLA-02/01	90 a	1,083 ab	0,383 abc	74 bc
PÉROLA-02/02	90 a	1,026 ab	0,368 abc	94 a
PÉROLA-02/03	78 abc	1,094 ab	0,412 a	71 c
Teste F	10,21**	3,14**	4,93**	3,14**
DMS (Tukey 5%)	12,99	0,125	0,110	18,89
CV (%)	6,59	4,72	12,71	9,36

¹Genótipos de feijão: BRS Estilo, BRS Ametista e IAC Pérola.

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se que os dois testes que avaliaram o peso de matéria verde (PMV) e seca (PMS) usados captaram a diferença de qualidade fisiológica das

sementes entre os lotes dos genótipos. Contudo, não seguiram a mesma resposta do teste de germinação (Tabela 1).

A emergência de plântulas em campo (EC) apresentou o lote do genótipo Pérola-02/02 com o maior valor e o lote do genótipo Pérola-02/03 com o menor valor, ficando os demais com valores intermediários de EC (Tabela 1). Observou-se que os resultados da EC diferiram da germinação, a qual apresentou sete lotes acima do padrão exigido, mas, no campo apenas dois destes sete lotes repetiram o mesmo desempenho da germinação, que foram os lotes Estilo-FAL e Pérola-02/02. Também comparando com a germinação os lotes, de modo geral, apresentaram uma melhor resposta na EC, o que pode ser justificado pelas condições ambientais do período de condução do teste, com temperatura e umidade do solo ideais para favorecer a emergência, além do tratamento com fungicida (Carboxin-Thiram), que foi realizado nas sementes e que no teste de germinação as sementes não foram tratadas.

Conforme relatou Marcos Filho (1999; 2005) o teste padrão de germinação em laboratório oferece condições ótimas para proporcionar a máxima germinação das amostras analisadas. Assim, esperava-se que os resultados dos testes de vigor utilizados neste experimento (PMV, PMS e a EC) expressassem melhor a diferença de qualidade entre os lotes dos genótipos, uma vez que tais testes podem fornecer índices mais sensíveis da qualidade fisiológica que o teste de germinação (AOSA, 1983; MARCOS FILHO, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os valores de condutividade elétrica das sementes (CE), nos três períodos de embebição (6, 16 e 24 horas) apresentaram respostas diferentes, sendo que a CE com 6 e 16 horas de embebição não foram diferentes estatisticamente ($P > 0,05$) e que apenas a CE com 24 horas de embebição, considerada como metodologia padrão, apresentou-se diferente estatisticamente ($P < 0,05$) entre os lotes dos genótipos avaliados (Tabela 2).

Os valores de CE altos indicam que as sementes perderam conteúdos celulares e apresentaram grande quantidade de lixiviados, sendo classificadas como sementes de “médio ou baixo vigor” e sementes com valores baixos de CE são classificadas como de “alto vigor” (VIEIRA, 1994; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999). De forma que, na CE-24 horas, o lote do genótipo com mais alto vigor foi o Pérola-02/01 e o genótipo com mais baixo vigor foi o Estilo-01/02, os demais lotes

dos genótipos comportaram-se intermediários na resposta da CE-24 horas de embebição. Os dois períodos de embebição das sementes (6 e 16 horas) não foram suficientes para separar os lotes quanto ao vigor (Tabela 2).

De acordo com Heydecker (1974) em se tratando do desenvolvimento das membranas celulares, estas são as últimas a se organizarem durante o processo de maturação e as primeiras a apresentarem sinais de deterioração após a maturidade fisiológica, fato também comentado por Delouche e Baskin (1973). Sobre este aspecto, Matthews (1985) colocou que os testes que avaliam a integridade das membranas seriam os mais sensíveis para estimar o vigor, como no caso do teste de condutividade elétrica das sementes.

Tabela 2. Valores médios do teste de condutividade elétrica das sementes (CE), com períodos de embebição de 6 horas, 16 horas e 24 horas, dados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, de genótipos de feijão (UnB-Agronomia, 2013).

GENÓTIPOS ¹	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		
	6 horas	16 horas	24 horas
	$\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$		
ESTILO-FAL	22,93 a ²	30,62 a	39,76 ab
ESTILO-01/01	27,41 a	32,59 a	64,71 ab
ESTILO-01/02	15,36 a	34,14 a	73,78 a
ESTILO-01/03	27,43 a	28,21 a	56,90 ab
ESTILO-01/04	27,03 a	39,42 a	61,53 ab
AMETISTA-58	21,26 a	25,38 a	43,72 ab
AMETISTA-59	15,85 a	21,13 a	46,40 ab
AMETISTA-01/02	25,67 a	29,20 a	53,23 ab
PÉROLA-01/01	23,66 a	36,95 a	72,02 a
PÉROLA-01/02	11,96 a	28,31 a	55,11 ab
PÉROLA-02/01	20,21 a	28,61 a	30,24 b
PÉROLA-02/02	19,90 a	26,69 a	47,05 ab
PÉROLA-02/03	11,88 a	27,20 a	45,62 ab
Teste F	2,58*	1,53 ^{NS}	2,68**
DMS (Tukey 5%)	17,37	19,71	38,68
CV (%)	33,46	26,45	29,22

¹Genótipos de feijão: BRS Estilo, BRS Ametista e IAC Pérola.

²Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo; *valor significativo a 5% de probabilidade e **valor significativo a 1% pelo teste F.

Sabe-se que dentre vários fatores que envolvem a montagem e condução do teste de condutividade elétrica, o período de embebição pode afetar os resultados, mas precisa ser monitorado com cuidado para assegurar a precisão

dos resultados (MARCOS FILHO; 1987; LOEFFLER; 1988; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Pelas explicações de Bewley e Black (1985) o período de embebição pode ser reduzido em função da liberação de solutos ser muito elevada durante o início da embebição, declinando com o avanço deste período. Marcos Filho (2005) apresentou uma lista com doze pesquisas que referenciam esta possibilidade em diversas espécies, tais informações não corroboram com os resultados obtidos neste trabalho.

A avaliação se um teste se relaciona com outro neste trabalho foi apresentada na Tabela 3, sendo que os valores de “r”, coeficiente de correlação, indicam o grau de intensidade da correlação entre duas variáveis e, ainda, o sentido dessa correlação (positivo ou negativo).

Conforme explicaram Gomes (1987) e Ferreira (2000) a análise da correlação serve para avaliar se as respostas das variáveis comparadas possuem a mesma de tendência de resposta. Assim, a classificação da correlação pode ser entendida como: correlação perfeita se $r = 1$ ou -1 ; correlação forte ou alta se $r = 0,80$ a $0,99$; correlação média $r = 0,50$ a $0,70$ e correlação fraca ou baixa se $r = 0,50$ ou menor.

Tabela 3. Valores de “r” da correlação entre todas as variáveis avaliadas de qualidade de sementes de feijão (UnB- Agronomia, 2013).

	TPGpapel	PMVerde	PMSeca	CE 6 h	CE 16 h	CE 24 h	EC
TPGpapel	-	-0,27 ^{NS}	0,53 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	-0,43 ^{NS}	-0,62*	0,02 ^{NS}
PMVerde		-	0,29 ^{NS}	-0,17 ^{NS}	-0,21 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,37 ^{NS}
PMSeca			-	-0,62*	-0,80**	-0,71**	-0,06 ^{NS}
CE 6h				-	0,44 ^{NS}	0,19 ^{NS}	-0,15 ^{NS}
CE 16h					-	0,65*	-0,15 ^{NS}
CE 24h						-	-0,04 ^{NS}
EC							-

Sinal negativo indica que é uma correlação inversa ou negativa.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

As correlações significativas ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$) foram PMSeca x CE 16 horas e PMSeca x CE 24 horas e as correlações TPGpapel x CE 24 horas, PMSeca x CE 6 horas e CE 16 horas x CE 24 horas

foram significativas ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$), sendo que todas essas correlações significativas encontram-se na faixa considerada como correlação média a alta, como definiram Gomes (1987) e Ferreira (2000).

Quando as condições de campo são favoráveis os resultados do teste padrão de germinação apresentam alta correlação com a emergência de plântulas em campo, mas estas condições nem sempre se fazem presentes conforme explicaram Vieira (1994). A correspondência entre a porcentagem de germinação e a de emergência das plântulas em campo somente é verificada sob condições extremamente favoráveis de ambiente (MARCOS FILHO, 1999; 2005).

Notou-se que das cinco correlações significativas, não considerando a correlação CE 16 horas x CE 24 horas, quatro envolveram os resultados da CE com período de embebição de 6, 16 ou 24 horas. Isso vem mostrar a intensidade deste teste em identificar e se correlacionar com os demais e, desta forma, contribuir com a avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de feijão comum.

O uso único e exclusivamente dos resultados do teste de condutividade elétrica, no sentido de predizer o comportamento de lotes de sementes sob condições de campo, é praticamente impossível no estágio atual de conhecimentos, sendo importante o uso conjunto com outro teste de vigor (HAMPTON; COOLBEAR, 1990; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Os testes de vigor não são necessariamente efetuados para predizerem o número exato de plântulas que emergirão ou sobreviverão no campo, no entanto muitos testes de vigor podem correlacionar bem com a emergência no campo (OLIVEIRA; 2004). Pelos resultados deste trabalho esperava-se uma melhor correlação da EC com as outras variáveis, inclusive as CE nos três períodos de embebição, mas as condições ambientais do período de condução junto com o tratamento de sementes com fungicida vieram a interferir nos resultados (Tabela 1, 2, 3).

No caso de sementes de soja, Vieira (1999) verificou que a condutividade elétrica pode estimar, com alto grau de precisão, o desempenho das mesmas no campo, dependendo das condições climáticas predominantes por ocasião da semeadura.

No decorrer de vários anos pesquisas, na área da tecnologia de sementes, vem sendo feitas sobre os procedimentos para a realização do teste de CE, com

o objetivo do aprimoramento da metodologia na avaliação do vigor de sementes (MATTHEWS; POWELL, 1981; AOSA, 1983; MARCOS FILHO, 1987; VIEIRA, 1994; HAMPTON; TEKRONY, 1995; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste de condutividade elétrica foi, juntamente com o teste de envelhecimento acelerado, considerado suficientemente padronizado para ser recomendado como teste de vigor (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Por outro lado, mesmo sendo aceito internacionalmente como teste padronizado para sementes de ervilha e de soja, continua a passar por refinamentos na metodologia (MARCOS FILHO, 2005; McDONALD, 1998) e a sua eficiência na determinação do vigor das sementes de diferentes espécies ainda constitui-se em um desafio para a pesquisa em tecnologia de sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Futuros desenvolvimentos no teste de condutividade elétrica poderão surgir a partir de um melhor conhecimento dos componentes específicos lixiviados, os quais proporcionarão uma maior sensibilidade na avaliação dos resultados do vigor das sementes (McDONALD, 1998).

Caminhando nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido e concluído para suprir uma parte das necessidades vigentes para um maior conhecimento do teste de condutividade elétrica em sementes de feijão comum; além de, contribuir com a identificação prática e precisa para colaborar na obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. As informações obtidas podem ser aplicadas em futuras pesquisas e em programas de controle de qualidade, dentro de empresas produtoras de sementes de feijão comum.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. O período de embebição das sementes de 24 horas, considerado padrão, na condutividade elétrica foi eficaz em identificar lotes de genótipos de feijão comum com diferentes níveis de vigor;
2. O teste de condutividade elétrica correlacionou com testes de qualidade (TPGpapel e o PMSeca), na identificação do vigor em sementes de feijão comum.
3. Aprimoramentos na metodologia do teste de condutividade elétrica são necessários na busca da precisão da resposta relativa a qualidade das sementes de feijão comum.

7. REFERÊNCIAS

- ABDEL SAMAD, I.M., PEARCE, R.S. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogaea* L.) imbibing without testas or with intact testas. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v.29, n.112, p.1471-8, 1978.
- ABDUL-BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigor. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.6, p.765-71, 1980.
- ABDUL-BAKI, A.A., ANDERSON, J.D. Viability and leaching of sugars from germinating barley. **Crop Sci.**, Madison, v.10, n.1, p.31-4, 1970.
- AFUAKWA, J.J.; CROOKSTON, R.K. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. **Crop Sci.**, Madison, v.24, n.4, p.687-91, 1984.
- AIDAR, H. **Cultivo do feijoeiro comum**: características da cultura. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>. Acesso em: 20 nov. 2013.
- ALDRICH, S.R. Maturity measurements in corn and indication that grain development continues after premature cutting. **J. Am. Soc. Agron.**, v.35, p.567-8, 1943.
- AOUADA, F. A. MOURA, M.R.; MENEZES, E. A. M.; NOGUEIRA, A. R.A.; MATTOSO, L.H.C. Síntese de hidrogéis e cinética de liberação de amônio e potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v 32, n.4, p.1643-1649. 2008.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.
- BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C.O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira**: 2011/2013. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. p.15-20. (Série Documentos).
- BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B., NELSON, C.J. (Ed.) **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Sci. Soc. Amer., 1986. p.1-25.
- BEWLEY, J.D., BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1985. 367p.
- BONSANELLO, J.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. Ensaios de adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do feijão na Zona metalúrgica de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.22, n.124, p.423-428, 1975.
- BRADNOCK, W.T. A method for predicting field emergence of peas. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.**, Lansing, v.58, p.70-5, 1968.
- BRAGA, J.M. et al. Vinte ensaios de adubação N-P-K da cultura do feijão na Zona da Mata-MG. **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.111, p.370-380, 1973.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992. 365p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Padrões estaduais de sementes**. Brasília: EMBRAPA/SPSB, 1993. 47p.

BURRIS, J.S. Seedling vigor and its effect on field production of corn. In: ANNUAL CORN AND SHORGUM RESEARCH CONFERENCE, 30, 1975, **Proceedings...** p.185-93.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; PIETRO, H.E.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

CAPLAN, L.A., GERBER, J.M. An evaluation of field emergence and laboratory measurements of several sweet corn genotypes. **Hortscience**, Alexandria, v.18, n.4, p.595, 1983.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.01-30.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHING, T.M., SCHOOLCRAFT, I. Physiological and chemical differences in aged seeds. **Crop Sci.**, Madison, v.8, n.4, p.407-9, 1968.

CÍCERO, S.M., VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-64.

COELHO, A.D.L. Avaliação da qualidade de sementes. maio/junho 2011. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed53/artigocapa53.shtml>. Acesso: dez. 2013

COSTA, E.F.; FRANÇA, G.E.; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, v.12, n.139, p.63-68, 1986.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2013**. Brasília: CONAB, 2013. 29p. (Disponível em: www.conab.gov.br).

CUSTÓDIO, C. **Uso da lixiviação de potássio como teste para avaliar o vigor de sementes de soja**. Piracicaba, 1995. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DELOUCHE, J.C., BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.

DIAS, D.C.F.S. **Teste de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, 1994. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DIAS, D.C.F.S., MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity tests for vigour evaluation in soybean seeds. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION CONGRESS, 24, 1995, Copenhagen. **Abstracts...** Zurich: ISTA, 1995. p.89.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1995a.

DIAS, M.C.L.L., BARROS, A.S.R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43p. (Circular 88).

DOIJOE, S.D. Solute leakage in relation to loss of seed viability in chilli cultivars. **Indian J. Plant Physiol.**, New Delhi, v.31, n.3, p.285-7, 1988.

EDJE, O.T., BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agron. J.**, Madison, v.63, n.4, p.536-8, 1971.

EGLI, D.B., TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.23, n.3, p.595-607, 1995.

EMBRAPA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/cultivares.htm>. Acesso: Nov. 2013.

FANCELLI, A.L. A importância do enfoque sistêmico na produção agrícola. **Summa Phytopatologia**, v.20, p.61-63, 1994.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; TSUMANUMA, G.M. Adubação de sistemas de produção. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: tecnologia & produção**. Piracicaba: ESALQ/USP/LVP, 2005. p.114-130.

FERREIRA, A.C.B.; ANDRADE, M.J.B.; ARAÚJO, G.A.A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v.25, n.223, p.61-72. 2004.

FERREIRA, E.V. **Vamos economizar fertilizantes mantendo a nutrição das plantas?** 2010. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21626&secao=Not%C3%ADcias>. Acesso: 07 Nov. 2013.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p

FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. **Proceedings...** Paris, International Fertilizer Industry Association, 2005. 8p. (CD-ROM).

FIGUEIREDO C.C. et al. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.446-452, 2012.

FICK, G.L., HIBBARD, R.P. A method for determining seed viability by electrical conductivity measurements. **Mich. Acad. Sci., Arts Letters**, v.5, p.95-103, 1925.

FRIGERI, T. **Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro**. 2007. 77F. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.)

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FRATIN, P. **Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1987. 191p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FRYE, W. Nitrification inhibition for nitrogen efficiency and environment protection. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY

GILVEBERG, A., HOROWITZ, M., POLJAKOFF-MAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v.35, n.161, p.1754-63, 1984.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **Revista Laranja**, v.24, n.2, p.507-518, 2003.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. 3.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 162p.

GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **J. Seed Technol.**, Boise, v.1, n.2, p.18-32, 1976.

GROVE, T.L.; RITCHEY, K.D.; NADERMAN JR., G.C. Nitrogen fertilization of maize on an Oxisol of the Cerrado of Brazil. **Agronomy Journal**, v.72, p.261-265, 1980.

GUARESCHI, R.F. et al. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, jul./ago., 2011.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

HAMPTON, J.G. Conductivity test. In: SEED VIGOUR TESTING SEMINAR, 1995, Copenhagen, Denmark. **Abstracts...** Zurich: ISTA, 1995. p.10-28.

HAMPTON, J.G., TEKRONY, D.M. Conductivity test. In: HAMPTON, J.G., TEKRONY, D.M. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. p.22-34.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 677-686, 1992.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance. Can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, v.18, n.2, p.215-228, 1990.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.209-252.

HIBBARD, R.P., MILLER, E.V. Biochemical studies on seed viability. I. Measurements of conductance and reduction. **Plant Physiol.**, Bethesda, v.3, p.335-52, 1928.

ISTA. International Rules for Seed Testing. Basseldorf, Switzerland, **International Seed Testing Association**, 303 p., 2006

JOHNSON, R.R., WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agron. J.**, Madison, v.70, n.2, p.273-8, 1978.

KAPPES, C.; FERREIRA, J.P. Fertilizantes de liberação gradual, inovação na agricultura. **Revista Campo & Negócios**, n.74, p.18-19, 2009.

KEENEY, D.R.; NELSON, D.W. Nitrogen inorganic forms. In: PAGE, A.L. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Part 2. Madison: American Society of Agronomy, p.643-698, 1982.

KRZYŻANOWSKI, F.C., FRANÇA NETO, J.B., HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Inf. ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

KULIK, M.M., YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: Relationship of accelerated aging, cold test, sand bench, and speed of germination tests to field performance. **Crop Sci.**, Madison, v.22, n.4, p.766-70, 1982.

LANNA, A. C.; SILVEIRA, P.M; SILVA, M.B.; FERRASI, M.T.; KLIEMANN, H.J. Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistema de plantio. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.34, n. 6, p.1933-1939, 2010.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.363-376, 2000.

LARSON, L.A. The effect of soaking pea seeds with or without seedcoats has on seedling growth. **Plant Physiol.**, Bethesda, v.43, n.2, p.255-9, 1968.

LEAO, A.F. **Volatilização de amônia resultante da aplicação de ureia na cultura de milho safrinha, utilizando coletores semi-aberto estático**. Jataí, 2008 .74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí, 2008.

LIN, S.S. Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, Brasília, v.2, n.2, p.1-6, 1990.

LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. Lexington, 1981. 181p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - University of Kentucky.

LOEFFLER, T.M., TEKRONY, D.M., EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **J. Seed Technol.**, Boise, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LONGO, R.M.; MELO, W.J. Atividade da uréase em latossolos sob influência da cobertura vegetal e da época de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.29, p.645-650, 2005.

LUZZATI, V., HUSSON, F. The structure of the liquid-crystalline phases of lipid-water systems. **J. Cell Biol.**, New York, v.12, p.207-20, 1962.

MACHADO, C.P.; MAGALHÃES, A.F. Eficiência da ureia e da ureia recoberta com enxofre no rendimento de arroz irrigado. **Agronomia Sulriograndense**, v.9, p.195-203, 1973.

MACHADO, V.J. **Resposta da cultura do milho aos fertilizantes fosfatados e nitrogenados revestidos com polímeros**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2012.

MAGALHÃES, A.F. Eficiência da ureia recoberta com enxofre na cultura do trigo. **Agronomia Sulriograndense**, v.12, p.133-140, 1976.

MARCELINO, R. **Inibidor de nitrificação em fertilizantes nitrogenados e rendimento de milho**. 2009. 81f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) - Instituto Agrônomo de Campinas - IAC/Pós-Graduação. Campinas, SP, 2009.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-1 a 1-20.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-149.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J., CÍCERO, S.M., SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J., AMORIN, H.V., SILVAROLLA, M.B., PESCARIN, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981, Brasília, DF. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. v.1, p.676-88.

MARCOS FILHO, J., CARVALHO, R.V., CÍCERO, S.M., DEMÉTRIO, C.G.B. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **An. Esc. Super. Agric. "Luiz de Queiroz" Univ. São Paulo**, Piracicaba, v.42, p.195-249, 1985.

MARCOS FILHO, J., PESCARIN, H.M.C., KOMATSU, Y.H., DEMÉTRIO, C.G.B., FANCELLI, A.L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.19, n.5, p.605-13, 1984.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press.1995.889p.

MARTIN, B.A., SMITH, O.S., O'NEIL, M. Relationships between laboratory germination tests and field emergence of maize inbreds. **Crop Sci.**, Madison, v.28, n.5, p.801-5, 1988.

MATTHEWS, S., BRADNOCK, W.T. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting-value. **Proc. Int. Seed Test. Assoc.**, Zurich, v.32, n.3, p.553-63, 1967.

MATTHEWS, S., BRADNOCK, W.T. Relationship between seed exudation and field emergence in peas and french beans. **Hort. Res.**, Edinburg, v.8, p.89-93, 1968.

MATTHEWS, S., CARVER, M.F.F. Further studies on rapid exudate tests indicative of potential field emergence. **Proc. Int. Seed Test. Assoc.**, Zurich, v.36, n.2, p.307-12, 1971.

MATTHEWS, S., POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zurich: ISTA, 1981. p.37-42.

MATTHEWS, S., WHITBREAD, R. Factors influencing pre-emergence mortality in peas I. An association between seed exudates and the incidence of pre-emergence mortality in wrinkle-seeded peas. **Plant Pathol.**, Oxford, v.17, n.1, p.11-7, 1968.

MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook na Agriculture**, v.14, p.89-94, 1985.

MELLO PRADO, R. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407p.

McDONALD, M.B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, v.8, n.3, p.65-275, 1998.

McDONALD JR., M.B., WILSON, D.O. ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality. **J. Seed Technol.**, Boise, v.5, n.1, p.56-66, 1980.

McDONALD JR., M.B., TAO, K.L., BASKIN, C.C., GRABE, D.F., HARRINGTON, J.F. AOSA vigor test subcommittee report 1978 vigor test "referee" program. **Newsletter**, Springfield, v.52, n.4, p.31-42, 1978.

McKERSIE, B.D., STINSON, R.H. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. **Plant Physiol.**, Bethesda, v.66, n.2, p.316-20, 1980.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

NASCIMENTO, W.M., CÍCERO, S.M. Qualidade de sementes de ervilha tratadas com fungicida. II. Qualidade fisiológica. **Rev. Bras. Sem.**, Brasília, v.13, n.1, p.13-9, 1991.

NYBORG et al. **Fertilizer N, crop residue, and tillage alter soil C and N content in a decade**. Boca Raton: CRC Lewis Publishers. 1995.

OLIVEIRA, J.A.; VEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. **Teste de vigor de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 35p.

OLIVEIRA, M.A., MATTHEWS, S., POWELL, A.A. The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soybean as measured by the electrical conductivity test. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.12, n.2, p.659-68, 1984.

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja em campo**. Jaboticabal, 1995. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

PATTO RAMALHO, M.A.; ABREU, A.F.B.; CARNEIRO, J.E. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v.25, n.223, p.21-32, 2004.

PAULA JUNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R.R.; CARNEIRO, J.E.S.; ANDRADE, M.J.B.; REZENDE, A.M. (Coords.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Viçosa: EPAMIG-CTZM, 2008. 180p. (Série Documentos, 42).

PERRY, D.A. The relation of seed vigour to field establishment of garden pea cultivars. **J. Agric. Sci.**, Cambridge, v.74, p.343-8, 1970.

POWELL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **J. Seed Technol.**, Boise, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

POWELL, A.A., MATTHEWS, S. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v.19, n.112, p.1215-29, 1978.

POWELL, A.A., MATTHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigor of pea seeds. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v.30, n.114, p.193-7, 1979.

POWELL, A.A., MATTHEWS, S. Association of phospholipid changes with early stages of seed ageing. **Ann. Bot.**, London, v.47, n.5, p.709-12, 1981.

PRESLEY, J.T. Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease. **Plant Dis. Rep.**, St. Paul, v.42, n.7, p.852, 1958.

PRETE, C.E.C., CÍCERO, S.M., FOLEGATTI, M.V. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semina**, Londrina, v.15, n.1, p.32-7, 1994.

PRIMAVESI, O.; CORREA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M.J.A. **Adubação com ureia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos: Embrapa. Pecuária Sudeste, 2001. 42 p. (Circula Técnica, 30).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IA/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

ROBERTS, E.H. Cytological, genetical and metabolic changes associated with loss of viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972. p.253-306.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.353-416.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 93p.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja doutor do seu feijoeiro. **Informações Agrônomicas**, n.68, 1994. Encarte Arquivo do Agrônomo, n.7, p.1-16.

SENGIK, E.; KIEHL, J.C.; SILVA, M.A.G.; PALANGANA, D.C.; LAWDER, M.R. Perdas de amônia em solo e de resíduos orgânicos autoclavados e tratados com uréia. **Acta Science**, n.23, p. 1099-1105, 2001.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. V. A.; HIGASHI, E. N.; PAULA, T. A. e; MOREIRA, A.; RIBEIRO, F. A. **Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla***. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF-ESALQ, 1999. p. 120-125.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005; **Proceedings...** Paris, Internacional Fertilizer Industry Association, 2005. 13 p. (CD-ROM).

SIMON, E.W. Phospholipids and plant membrane permeability. **New Phytol.**, Oxford, v.73, n.3, p.377-420, 1974.

SIMON, E.W., MATHAVAN, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different species. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.14, n.1, p.9-13, 1986.

SIMON, E.W., RAJA HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **J. Exp. Bot.**, Oxford, v.23, n.77, p.1076-85, 1972.

SCOTT, D.J., CLOSE, R.C. An assessment of seed factors affecting field emergence of garden pea seed lots. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.4, n.2, p.287-300, 1976.

STEERE, W.C., LEVENGOOD, W.C., BONDIE, J.M. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigour. **Seed Sci. Technol.**, Zurich, v.9, n.2, p.567-76, 1981.

STOECKENIUS, M. Some electromicroscopical observations on liquid-cristalline phases in lipid-water systems. **J. Cell Biol.**, New York, v.12, n.2, p.221-9, 1962.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.121-153.

TABATABAI, M.A.; BREMNER, J.M. Assay of urease activity in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.4, p.479-487, 1972.

TRENKEL, M.E. **Improving fertilizer use efficiency**: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997. 151p.

TRENKEL, M.E. **Slow and controlled-release and stabilized fertilizers**: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agricultura. 2.ed, Paris: IFA. 2010.

TOMASZEWSKA, M.D.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Desalination**, Hopkinton, v. 146. P. 319-323, 2002.

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. 600 p.

VIEIRA, B.A.R.M. de; TEIXEIRA, M. M. Adubação de liberação controlada chega como solução. **Revista Campo & Negócios**, v.41, n.3, p.4-8, 2004.

VIEIRA, C. Adubação mineral e calagem. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p.123-151.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

VIEIRA, R.D.; PAIVA A., J.A.; PERECIN, D. Electrical conductivity and field performance of soybean seeds. **Seed Technology**, v.21, n.1, p.15-24, 1999.

WEISKE, A.; BENCKISER, G.; HERBERT, T.; OTTOW, J.C.G. Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison with dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during 3 years of repeated application in field experiments. **Biology and Fertility of Soils**, v.34, p.109-117, 2001.

ZAHRANI, S. Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, v.39, n.3, p.367–371, 2000.

ZAVASCHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de uréia revestida com polímeros**. 2010. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.